

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

#2
1-22-02

jc872 U.S. PRO
10/005145
12/07/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月11日

出願番号

Application Number:

特願2000-375380

出願人

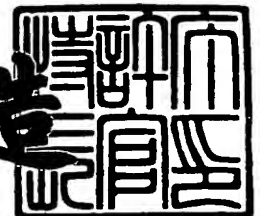
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2001年 8月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3076427

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14D845

【提出日】 平成12年12月11日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01M 8/06
H01M 8/04

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 志満津 孝

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096817

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

【電話番号】 052-218-5061

【選任した代理人】

【識別番号】 100097146

【弁理士】

【氏名又は名称】 下出 隆史

【選任した代理人】

【識別番号】 100102750

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 浩

【選任した代理人】

【識別番号】 100109759

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 光宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007847

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708410

【包括委任状番号】 9904031

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水素ガス生成システムの運転停止方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の原料を改質して水素ガスを生成する水素ガス生成システムの運転を停止する運転停止方法であって、

該水素ガス生成システム内の残留可燃物と酸素との反応による過熱を回避可能な環境条件が成立したと判断される時点で、該水素ガス生成システム内に空気を供給し前記残留可燃物を強制排出する空気パージ工程を備える運転停止方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の運転停止方法であって、

前記環境条件に関わらず、前記空気の供給前に、前記水素ガス生成システム内に水蒸気を供給し前記残留可燃物の少なくとも一部を強制排出する水蒸気パージ工程を備える運転停止方法。

【請求項 3】 請求項 2 記載の運転停止方法であって、

前記水蒸気は、飽和蒸気圧よりも低い圧力で供給される運転停止方法。

【請求項 4】 請求項 2 記載の運転停止方法であって、

前記水素ガス生成システム内の温度または圧力の少なくとも一方に基づいて、前記水蒸気パージ工程から空気パージ工程への切り替えを行う運転停止方法。

【請求項 5】 請求項 2 記載の運転停止方法であって、

前記水蒸気パージ工程、および空気パージ工程の完了後、前記システム内を減圧する工程を備える運転停止方法。

【請求項 6】 請求項 1 記載の運転停止方法であって、

時間の経過とともに温度の低い空気を用いて前記空気パージ工程を行う運転停止方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の運転停止方法であって、

前記水素ガス生成システムは、改質のために前記原料を気化させる蒸発部を備え、

前記空気パージ工程は、該蒸発部で過熱された空気を供給し、その後、該蒸発部の運転を停止するとともにその余熱で昇温された空気を供給する工程である運転停止方法。

【請求項 8】 請求項 1 記載の運転停止方法であって、
前記所定の原料は、炭化水素系化合物である運転停止方法。

【請求項 9】 所定の原料を改質して水素ガスを生成する水素ガス生成システムと、該生成された水素を用いて発電する燃料電池とを備える燃料電池システムの運転を停止する運転停止方法であって、

該水素ガス生成システムおよび燃料電池内の残留可燃物と酸素との反応による過熱を回避可能な環境条件が成立したと判断される時点で、空気を供給し前記残留可燃物を強制排出する空気パージ工程を備える運転停止方法。

【請求項 10】 所定の原料を改質して水素ガスを生成する水素ガス生成システムであって、

前記改質を行う改質部と、

該改質部に空気を供給する空気供給部と、

運転停止時に、前記改質部内の残留可燃物と酸素との反応による過熱を回避可能な環境条件が成立したと判断される時点で、該改質部内に空気を供給するよう前記空気供給部を制御する制御部とを備える水素ガス生成システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、所定の原料を改質して水素ガスを生成する水素ガス生成システムおよび該水素ガス生成システムを用いた燃料電池システムの運転停止方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池は、水素ガスと空気中の酸素の電気化学反応によって発電する。水素ガスは、例えば、所定の原料の改質によって生成される。この場合の原料としては、一般には、天然ガス、ガソリンその他の炭化水素、アルコール、エーテル、アルデヒドなどが用いられる。これらの原料は、改質によって水素と一酸化炭素を含有する改質ガスを生成する。一酸化炭素は燃料電池の電極を被毒する有害物質であるため、改質ガスは、通常、一酸化炭素のみを選択的に酸化する処理を施

された後に燃料電池に供給される。

【 0 0 0 3 】

改質によって水素ガスを生成するユニットと、燃料電池とを備える燃料電池システムの運転を停止する場合、システムから、可燃性ガスおよび毒性を有するガスを排出する必要がある。これらのガスが、システムから漏洩した場合の被害を予防する必要があるからである。また、燃料電池の電極の被毒など、システム内で生じる被害を回避する必要もあるからである。かかる目的から、従来、燃料電池システムの運転停止時には、不活性ガスを供給することによって、システム内の残留可燃物がパージされていた。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のシステムでは、予めパージ用の不活性ガスを別途タンクに貯蔵しておく必要があった。不活性ガスは、改質および発電のいずれにも利用不能なガスであるため、運転停止時のためだけに不活性ガスを貯蔵しておくことは、スペースおよび運転コスト上の無駄が大きかった。

【 0 0 0 5 】

その一方で、従来、残留可燃物のパージに適したガスは見出されていなかった。例えば、酸素が含有されたガスを供給すれば、残留可燃物中の可燃成分が異常燃焼し、その熱によってシステムに悪影響を与える可能性がある。水蒸気が含有されたガスを供給すれば、パージ後の結露によって、再起動が困難になったり、燃料電池の触媒性能が低下したりする可能性がある。結露が生じれば、低温環境下では、凍結を招く可能性もある。これらの被害を考慮すると、上述の無駄はあるものの、不活性ガスをパージガスとして利用せざるを得ない状況にあった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、不活性ガスに依らずに残留可燃物をパージする技術を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題を解決するため、本発明では、所定の原料を改質して水素ガスを生成

する水素ガス生成システムについて、その運転を停止する際に、システムの運転時にも使用されるガスを用いてパージを行うものとした。但し、これらのガスの供給方法を制御することで、先に例示した種々の課題を解決した。

【 0 0 0 8 】

つまり、本発明では、空気パージ工程を経て、水素ガス生成システムの運転を停止する。空気パージ工程とは、システム内に空気を供給し残留可燃物を強制排出する工程であり、残留可燃物と酸素との反応による過熱を回避可能な環境条件が成立したと判断される時点で実行される。

【 0 0 0 9 】

パージガスとして空気を供給した場合の弊害は、残留可燃物中の水素、一酸化炭素、炭素などが酸素と反応し発熱する点にある。本願発明者は、これらの発熱によるシステムへの悪影響は、高温環境下で生じる点に着目した。低温になれば、酸素との反応が生じなかったり、システムにほとんど影響を与えない程度の熱しか発しなかったりするのである。例えば、かかる温度以下の環境条件にある場合には、空気をパージガスとして利用することができる。

【 0 0 1 0 】

温度をパラメータとして環境条件を判断する場合、運転停止時には、温度が十分に低下するまで何らパージを行わないものとしてもよいし、この間は、不活性ガスでパージしてもよい。前者によれば、不活性ガスの貯蔵が不要となる。後者によれば、不活性ガスの使用量を大幅に低減することができる。

【 0 0 1 1 】

空気パージ工程は、上述の環境条件が成立したと判断される時点で行われる。この判断は、例えば、システム内の温度を検出し、その検出結果に基づいて行うことができる。また、運転停止、即ち原料の供給を停止した後の経過時間に基づいて判断してもよい。

【 0 0 1 2 】

環境条件には、残留可燃物の成分に関する条件も含まれる。酸素と反応して発熱する所定成分が残留可燃物中に少量しか含まれていなければ、高温環境下であっても空気パージを行うことができる。残留可燃物中の所定成分の濃度を低下さ

せるためには、空気パージに先だって、酸素を含有しないガスを用いたパージを行うことが効果的である。

【 0 0 1 3 】

かかる観点から、本発明においては、空気パージ工程に先だって水蒸気パージ工程を行うことが望ましい。水蒸気パージ工程とは、水蒸気を供給して残留可燃物の少なくとも一部を強制排出する工程である。こうすれば、水蒸気パージ工程によって、残留可燃物中の所定成分をパージすることができる。併せて、システムの温度低下を促進できる利点もある。水蒸気は、改質に用いられる気体でもあるから、水蒸気パージは、システム上、特別の付加的構成を要しない。本発明では、水蒸気パージ工程の後、空気パージが行われるため、水蒸気の結露による弊害、水分が凍結することによる弊害を回避することもできる。

【 0 0 1 4 】

環境条件として、残留可燃物中の所定の成分を用いる場合、その判断は、例えば、水蒸気パージ工程の時間によって行うことができる。パージを開始した当初の残留可燃物を水蒸気でほぼ置換可能な時間を、予め実験等によって求めておけばよい。

【 0 0 1 5 】

水蒸気パージ工程において、水蒸気は、飽和蒸気圧よりも低い圧力で供給されることが望ましい。こうすることにより、水蒸気パージ工程における結露を抑制することができる。飽和蒸気圧は、システム内の温度および圧力によって変動する。水蒸気は、これらの変動幅を考慮して、十分に低く設定されたほぼ一定の圧力で供給するものとしてもよいし、温度および圧力を検出し、上述の条件を満足するよう圧力制御しつつ供給するものとしてもよい。圧力制御は、調圧弁など周知の機構を適用可能である。圧力制御する際の目標圧力は、システム内の温度との関係で予め記憶しておいてもよいし、クラウジウス-クラペイロンの式などの関係式を用いて算出するものとしてもよい。

【 0 0 1 6 】

水蒸気パージ工程と空気パージ工程とを併用する場合には、水素ガス生成システム内の温度または圧力の少なくとも一方に基づいて、前者から後者への切り替

えを行うことが望ましい。こうすることで、適切なタイミングでの切り替えを実現できる。切り替え条件としては、例えば、水蒸気の凝縮が生じる可能性、および酸素との反応による過熱の回避可能性を考慮して設定されることが好ましい。前者の条件は、システム内の温度低下により、供給されている水蒸気の圧力が飽和蒸気圧を超えるか否かによって判断できる。遅くとも水蒸気の圧力が飽和蒸気圧を超えようとする時点には、水蒸気パージを終了することが望ましい。後者の条件は、システム内の温度が十分に低下したか否かで判断できる。少なくとも過熱を生じない基準温度よりもシステム内の温度が低下した後で、空気パージを開始することが望ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明においては、水蒸気パージ工程、および空気パージ工程の完了後、システム内を減圧する工程を備えるものとしてもよい。システム内には、セラミックスなどの吸湿性の材料が用いられることがある。減圧工程によって、吸湿材料に吸収された水分の蒸発を促進することができ、システム内の結露による弊害を更に抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

水蒸気パージ工程を備えるか否かに関わらず、空気パージ工程は、時間の経過とともに供給される空気の温度を低下させることが望ましい。こうすることで、システムの温度を徐々に低下させることができ、急冷による損傷を回避することができる。

【 0 0 1 9 】

空気の温度は、連続的に低下させてもよいし、段階的に低下させてもよい。例えば、水素ガス生成システムに、改質のために前記原料を気化させる蒸発部が備えられている場合には、蒸発部で過熱された空気を供給し、その後、蒸発部の運転を停止するとともにその余熱で昇温された空気を供給することにより、供給される空気の温度を段階的に低下させることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明は、天然ガス、ガソリンその他の炭化水素、アルコール、エーテル、アルデヒドなどを原料とする種々の水素ガス生成システムに適用可能である。特に

、炭化水素系化合物を原料とする水素ガス生成システムに好適である。炭化水素系化合物の改質は、400～600℃という高温で行われ、一般に高級炭化水素系化合物では炭素が析出しやすい。かかる高温下で、炭素と酸素が触れることにより過熱が生じやすい。本発明を適用すれば、かかる過熱を回避しつつ、空気を用いてパージを行うことができる。特に、水蒸気パージ工程と空気パージ工程とを行うことが好ましい。

【0021】

本発明は、生成された水素の使用目的に関わらず、種々の水素ガス生成システムの運転停止に適用できる。本発明は、特に、水素ガス生成システムと燃料電池との組み合わせで構成される燃料電池システムにとって有用性が高い。本発明を適用して運転を停止すれば、水素ガス生成システムのみならず燃料電池内のパージも同時に行うことができる。従って、燃料電池内での結露も同時に抑制することができる利点がある。

【0022】

本発明は、上述した運転停止方法の他、種々の態様で構成可能である。例えば、上述した運転停止を適用した水素ガス生成システムとして構成してもよい。かかる水素ガス生成システムは、改質を行う改質部と、改質部に空気を供給する空気供給部と、空気供給部を制御する制御部を備える構成となる。制御部は、運転停止時に、改質部内の残留可燃物と酸素との反応による過熱を回避可能な環境条件が成立したと判断される時点で、改質部内に空気を供給するよう空気供給部を制御する。改質部は、広義には、原料から水素ガスを生成するユニットを含む。原料の種類によっては、改質反応、シフト反応、一酸化炭素酸化反応などの多段階の化学反応を経て水素ガスが生成されるが、これらの各ユニットが改質部に含まれる。

【0023】

本発明は、その他、上述した運転停止を適用した燃料電池システム、該燃料電池システムをエネルギー源として搭載した移動体など種々の態様で構成可能である。これらの各構成においては、先に運転停止方法で説明した種々の付加的要素を考慮可能である。例えば、蒸発部で加熱された空気、蒸発部の余熱によって昇温

された空気をパージに使用する場合には、空気供給部は、蒸発部を経由して改質部に空気を供給する構成とすることが望ましい。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、以下の項目に分けて説明する。

A. システム構成：

B. 運転停止処理：

C. 変形例：

【 0 0 2 5 】

A. システム構成：

図 1 は実施例における燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。本実施例の燃料電池システムは、燃料電池 9 と、そこに供給される水素ガスを生成する水素ガス生成システムとから構成される。燃料電池 9 は、水素と酸素の電気化学反応によって発電するユニットである。燃料電池 9 には、種々の型を適用可能であるが、本実施例では、固体高分子型を用いるものとした。

【 0 0 2 6 】

水素ガス生成システムは、所定の原料を改質して水素ガスを生成する。水素ガスとは、水素リッチな気体を意味しており、純水素には限定されない。原料としては、一般には、天然ガス、ガソリンその他の炭化水素、アルコール、エーテル、アルデヒドなどが適用可能である。本実施例では、ガソリンを原料として用いるものとした。ガソリンは、水蒸気との改質反応、および空気との部分酸化反応によって、水素および一酸化炭素を生成する。これらの反応は、次のユニットで行われる。

【 0 0 2 7 】

原料は、原料タンク 2 に貯蔵されており、蒸発器 3 で気化されて改質ユニット 4 に供給される。供給量は、バルブ 1 1 によって制御可能である。原料の改質に利用される水蒸気は、水タンク 1 に貯蔵された水を蒸発器 3 で気化して生成される。水蒸気の供給量は、バルブ 1 0 によって制御可能である。蒸発器 3 には、外部から空気を導入し、これを加熱して改質ユニット 4 に供給するためのバルブ 1

2 が設けられている。このバルブ 1 2 は、後述する運転停止処理で使用され、改質を行う際には閉じられている。改質に使用される空気は、蒸発器 3 を介さない経路で、コンプレッサ 7 によって、改質ユニット 4 に導入される。この経路には、切替弁 1 4, 1 5 が設けられており、運転時には、切替弁 1 4 を外気の導入側、切替弁 1 5 を改質ユニット 4 側に切り替えられる。

【 0 0 2 8 】

改質ユニット 4 は、原料を改質するための触媒が担持されている。触媒の担持には、例えば、セラミックス等の支持体を用いることができる。気化された原料、水蒸気、空気が供給されると、水素および一酸化炭素が生成される。この反応は、通常、6 0 0 ℃前後の高温状態で行われる。ガソリンその他の炭化水素系原料を使用する場合には、特に高級炭化水素系化合物に対し、改質時の条件によって、炭素が析出しやすいことが知られている。改質ユニット 4 での改質条件は、反応を促進しつつ、炭素の析出を抑制するよう適宜選択することが望ましい。なお、本実施例では、水蒸気改質と部分酸化反応とを並行して行うものとしたが、水蒸気改質のみを行わせる構成を採ることも可能である。

【 0 0 2 9 】

改質ユニット 4 で生成されたガスは、シフト反応ユニット 5 に供給される。シフト反応ユニット 5 には、シフト反応に適した触媒が担持されている。シフト反応とは、一酸化炭素と水蒸気とから、二酸化炭素と水素を生成する反応を言い、約 3 0 0 ℃程度で反応が行われる。シフト反応ユニット 5 に水蒸気を供給する配管は、図示を省略した。炭化水素系以外の原料を用いる場合には、シフト反応ユニット 5 を省略することも可能である。

【 0 0 3 0 】

シフト反応ユニット 5 で生成されたガスは、CO 酸化ユニット 6 に供給される。CO 酸化ユニット 6 は、一酸化炭素を選択的に酸化する触媒が担持されている。改質された水素ガスは、選択酸化反応によって、一酸化炭素が二酸化炭素に酸化された後、燃料電池 9 のアノードに供給される。CO 酸化ユニット 6 と燃料電池 9 との間には、切替弁 1 3 が設けられている。切替弁 1 3 は、運転時には、燃料電池 9 の側に切り替えられる。

【 0 0 3 1 】

燃料電池システムの運転は、制御ユニット 8 によって制御される。制御ユニット 8 は、内部に CPU、メモリを備えたマイクロコンピュータである。制御ユニット 8 は、システム内の各バルブ 1 0, 1 1, 1 2 の動作、切替弁 1 3, 1 4, 1 5 の動作、コンプレッサ 7 および蒸発器 3 などの運転を制御する。上記制御を行うため、制御ユニット 8 には、種々の信号が入力される。これらの信号には、例えば、改質ユニット 4 に設けられた圧力センサ 4 p、温度センサ 4 t からの検出結果が含まれる。

【 0 0 3 2 】

B. 運転停止処理：

図 2 は燃料電池システムの運転停止処理を示すフローチャートである。運転停止は、制御ユニット 8 が、このフローチャートに従い、バルブ 1 0, 1 1, 1 2 等を制御することによって実現される。

【 0 0 3 3 】

図 3 は運転停止処理時のシステムの動作状況を示す説明図である。原料および改質用空気の供給状態、水蒸気の供給状態、蒸発器 3 の運転状態、加熱空気の供給状態、コンプレッサ 7 の運転状態をそれぞれ図示した。

【 0 0 3 4 】

以下、図 2 および図 3 を参照しつつ、運転停止の処理について説明する。運転停止時には、制御ユニット 8 は、まず、改質ユニット 4 への原料および空気の供給を停止する（ステップ S 1 0 および図 3 の時刻 a）。つまり、これらを供給するバルブ 1 1, 1 2 を閉状態にする。

【 0 0 3 5 】

水蒸気については、改質ユニット 4 への供給を継続する。これによって、システム内の水蒸気パージを行う（ステップ S 1 2）。水蒸気パージは、予め設定された時間 t_1 だけ継続される。継続時間 t_1 は、後述する加熱空気パージを開始可能な環境条件を考慮して設定することができる。環境条件とは、システム内の残留可燃物に含まれる可燃成分、改質時に析出した炭素などが空気中の酸素に触れ、異常燃焼を生じない条件である。より具体的には、システム内の温度が十分

に低下している条件、可燃成分および炭素がほぼシステム内から排出された条件を用いることができる。本実施例では、後者の条件に着目し、運転停止を開始した直後にシステム内に残留していたガスが、水蒸気にほぼ置換される時間を実験等で求め、継続時間 t_1 として用いた。

【 0 0 3 6 】

水蒸気パージを行う際、水蒸気は、残留可燃物をパージ可能な程度に高い圧力で供給されることが望ましい。その一方、システム内の結露を回避するため、水蒸気は、飽和蒸気圧を超えない圧力で供給されることが望ましい。本実施例では、これらの点を考慮して、飽和蒸気圧よりもやや低い圧力で水蒸気を供給するものとした。飽和蒸気圧は、システム内の温度に依存するため、温度センサ 4 t によって、改質ユニット 4 の温度を検出し、これに基づいて水蒸気の圧力を設定した。圧力制御は、バルブ 1 0 の開度、蒸発器 3 の調圧機構の制御によって実現される。開ループで圧力を制御してもよいが、本実施例では、圧力センサ 4 p の検出結果に基づくフィードバック制御を適用した。システム内の温度変化に伴って、水蒸気の供給圧力も変動する。本実施例では、改質ユニット 4 の温度および圧力のみを検出しているが、その他のユニットの温度および圧力を併せて考慮するものとしてもよい。かかる制御を適用するまでなく、水蒸気パージ中の最も低い飽和蒸気圧に対し、余裕のある一定圧力で水蒸気を供給しても構わない。

【 0 0 3 7 】

時間 t_1 が経過すると、制御ユニット 8 は、水蒸気パージを停止し、加熱空気パージに切り替える（ステップ S 1 4 および図 3 の時刻 b、c）。本実施例では、両者の切り替えを徐々に行うものとした。瞬間的に切り替えても構わない。

【 0 0 3 8 】

水蒸気パージの停止は、バルブ 1 0 を閉状態にすることで行われる。加熱空気パージとは、蒸発器 3 で加熱された空気を改質ユニット 4 に供給することによって実現されるパージである。このため、制御ユニット 8 は、蒸発器 3 の運転は継続したまま、バルブ 1 2 を開状態とし、蒸発器 3 に空気を取り入れる。導入された空気は、蒸発器 3 で加熱され、改質ユニット 4 に供給される。これによって、水蒸気パージ時とほぼ同等以上の温度の空気によるパージを実現することができ

る。加熱空気パージは、予め設定された時間 t_2 だけ継続される。

【 0 0 3 9 】

加熱空気パージは、後述する余熱空気パージとともに、水蒸気パージ工程で供給された水分をシステム内から除去する工程に相当する。加熱空気は、システム内の乾燥を促進する目的、および温度の急激な低下を防ぐことによって結露およびシステムの損傷を回避する目的から用いられるものである。継続時間 t_2 は、これらの観点から、システムごとに適宜設定すればよい。蒸発器 3 の運転によるエネルギー消費を抑制するため、継続時間 t_2 は、短い方が好ましい。

【 0 0 4 0 】

時間 t_2 が経過すると、制御ユニット 8 は、加熱空気パージを停止し、余熱空気パージに切り替える（ステップ S 1 6 および図 3 の時刻 d）。余熱空気パージとは、蒸発器 3 の運転を停止、その余熱によって昇温された空気を用いたパージをいう。余熱パージは、制御ユニット 8 が、蒸発器 3 の運転を停止することにより実現される。蒸発器 3 の温度が低下するにつれて、余熱空気の温度も徐々に低下する。これによって、システム内のパージとともに、蒸発器 3 を含めたシステム全体の温度低下を促進することができる。余熱空気パージは、予め設定された時間 t_3 だけ継続される。

【 0 0 4 1 】

余熱空気パージ工程は、システム内の水分を除去するとともに、システムの温度を低下させる工程である。継続時間 t_3 は、これらの観点から、システム構成に応じて適宜設定すればよい。継続時間 t_3 は、先に説明した継続時間 t_2 とともに、一例として、次の手法で決定することができる。つまり、システムの冷却を図る目的から継続時間 t_3 の最低値を決定し、継続時間 t_3 がこの最低値を下回らない範囲で、継続時間 t_2 、 t_3 を総合的に決定する。継続時間 t_2 、 t_3 は、パージ時間短縮を図るため両者の合計時間が短くなること、および使用エネルギーの抑制を図るため継続時間 t_2 が短くなることの双方を考慮して設定する。

【 0 0 4 2 】

時間 t_3 が経過すると、制御ユニット 8 は、余熱空気パージを停止し、システム内の減圧処理を行う（ステップ S 1 8 および図 3 の時刻 e）。余熱空気パージ

の停止は、蒸発器 3 に空気を導入するためのバルブ 1 2 を閉状態とすることにより実現される。減圧処理は、コンプレッサ 7 を用いて行われる。ガスが、コンプレッサ 7 を通って排気されるよう、切替弁 1 3 ~ 1 5 を切り替えるとともに、コンプレッサ 7 を運転することにより、システム内を減圧することができる。減圧によって、セラミックス等、吸湿性の材料に吸収された水分の除去を促進することができる。減圧時の目標圧力は、かかる観点から、水分を十分に除去可能な範囲で適宜設定すればよい。本実施例では、大気圧よりも低い圧力状態にまで減圧するものとした。こうした減圧が完了すると、制御ユニット 8 が、コンプレッサ 7 の運転を停止し、外気導入を妨げる方向に切替弁 1 3 ~ 1 5 を切り替え、運転停止処理が完了する（図 3 の時刻 f）。なお、減圧処理は、加熱空気パージ、余熱空気パージに加えて、より完全に水蒸気を除去するための工程であり、省略することも可能である。システム内部の圧力を徐々に解放することで、大気圧相当まで減圧してもよい。

【 0 0 4 3 】

以上で説明した実施例の運転停止方法によれば、システム内のパージに不活性ガスが不要となる。運転時に必要となる気体、つまり水蒸気および空気を用いてパージすることができるため、運転停止に固有のタンクを備える必要がない。従って、システムの小型化、システムの簡略化を図ることができる。

【 0 0 4 4 】

また、水蒸気パージの後、空気を用いて水分除去を行うことにより、システム内の結露に起因する弊害、水分が凍結することによる弊害を回避することもできる。

【 0 0 4 5 】

C. 変形例：

図 4 は変形例としての運転停止処理のフローチャートである。実施例では、継続時間 t_1 の経過をトリガーとして、水蒸気パージから加熱空気パージへの切り替えを行う場合を例示した。変形例では、改質ユニット 4 の温度条件に基づいて両者の切り替えを行う場合を例示する。

【 0 0 4 6 】

運転停止時には、制御ユニット 8 は、改質ユニット 4 への原料および空気の供給を停止し、水蒸気パージを行う（ステップ S 2 0、S 2 2）。変形例では、水蒸気を一定圧力で供給するものとした。水蒸気パージは、システム内の温度 T_r が予め設定された基準温度 T_1 を下回るまで継続される（ステップ S 2 4）。水蒸気の供給圧力および基準温度 T_1 の設定については後述する。

【 0 0 4 7 】

システム内の温度 T_r が基準温度 T_1 を下回ると、制御ユニット 8 は、水蒸気パージを停止し、加熱空気パージを行う（ステップ S 2 6）。加熱空気パージを一定時間行った後、蒸発器の運転を停止して、余熱空気パージを行う（ステップ S 2 8）。余熱空気パージを一定時間行った後は、減圧処理を行う（ステップ S 3 0）。これらの処理については、実施例と同様であるため、詳細な説明を省略する。なお、実施例と同様、減圧処理を省略することも可能である。

【 0 0 4 8 】

基準温度 T_1 は、空気パージによる弊害を回避可能な環境条件に相当する。実施例で説明した通り、空気パージ時には残留可燃物中の成分と空気中の酸素との異常燃焼を抑制することが望ましい。基準温度 T_1 は、かかる異常燃焼を抑制可能な範囲で設定される。例えば、析出した炭素と酸素との異常燃焼は、約 4 0 0 °C 以上の高温下で発生するとされている。これに応じて、基準温度 T_1 は、4 0 0 °C よりも十分に低い温度に設定すればよい。

【 0 0 4 9 】

水蒸気の供給圧力は、基準温度 T_1 を考慮して設定することができる。図 5 は水蒸気の供給圧力の設定方法を示す説明図である。先に説明した通り、水蒸気の供給圧力は、飽和蒸気圧よりも低い範囲で設定することが望ましい。図示する通り、飽和蒸気圧は、温度の低下に伴って低くなる。パージ用の水蒸気圧が一定値 P_s であるとすれば、飽和蒸気圧が P_s を下回る領域、即ち、臨界温度 T_{sat} 以下の低温領域では、水蒸気の凝縮が生じる。かかる凝縮を回避するため、パージ水蒸気の圧力 P_s は、臨界温度 T_{sat} が基準温度 T_1 よりも十分低くなるように設定される。臨界温度 T_{sat} と T_1 との間の余裕 ΔT は、任意に設定可能である。

【 0 0 5 0 】

変形例の処理によっても、実施例と同様、不活性ガスに依らないパージを実現することができる。加えて、システム内の温度に基づいて水蒸気パージから空気パージへの切り替えを行うことにより、パージ工程中の結露をより確実に抑制することができる利点もある。

【 0 0 5 1 】

実施例および変形例では、加熱空気パージと余熱空気パージを併用する場合を例示したが、いずれか一方のみを用いるものとしてもよい。また、外気によるパージを用いるものとしてもよい。

【 0 0 5 2 】

実施例では、水蒸気パージと空気パージとを併用する場合を例示したが、空気パージのみを行うものとしてもよい。例えば、システムを冷却し、温度が十分に低下した時点で空気パージを開始するものとしてもよい。また、水蒸気パージに代えて、不活性ガスによるパージを行うものとしてもよい。この場合は、不活性ガスを貯蔵するタンクは必要となるものの、従来に比較して、そのサイズの小型化を図ることができる。

【 0 0 5 3 】

実施例では、燃料電池システムへの適用を例示したが、水素ガスの消費系は、燃料電池に限定されない。実施例では、システム全体をまとめてパージする場合を例示したが、改質ユニット4、シフト反応ユニット5など、各ユニットごとにパージを行う構成としてもよい。

【 0 0 5 4 】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施例における燃料電池システムの概略構成を示す説明図である。

【図2】

燃料電池システムの運転停止処理を示すフローチャートである。

【図 3】

運転停止処理時のシステムの動作状況を示す説明図である。

【図 4】

変形例としての運転停止処理のフローチャートである。

【図 5】

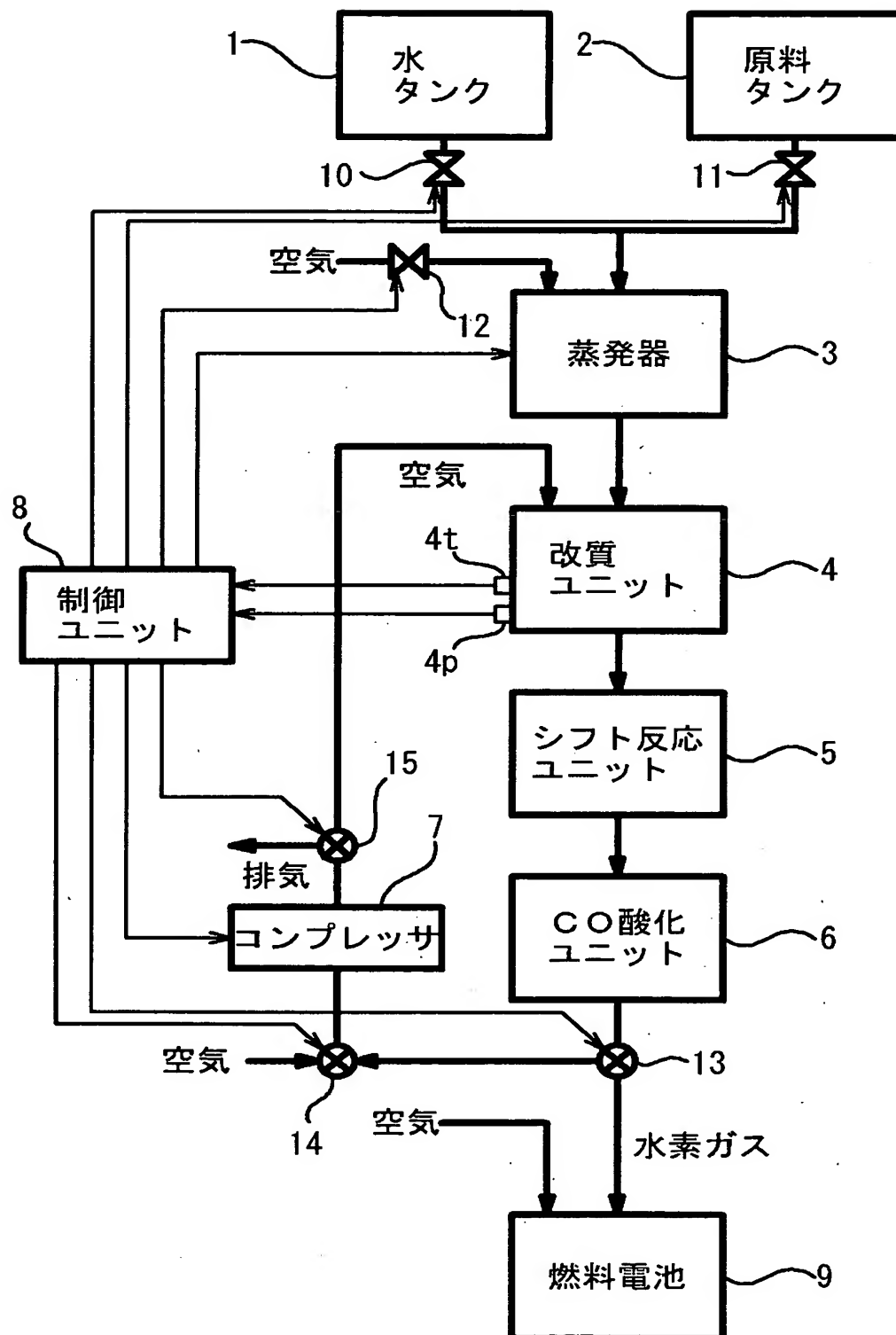
水蒸気の供給圧力の設定方法を示す説明図である。

【符号の説明】

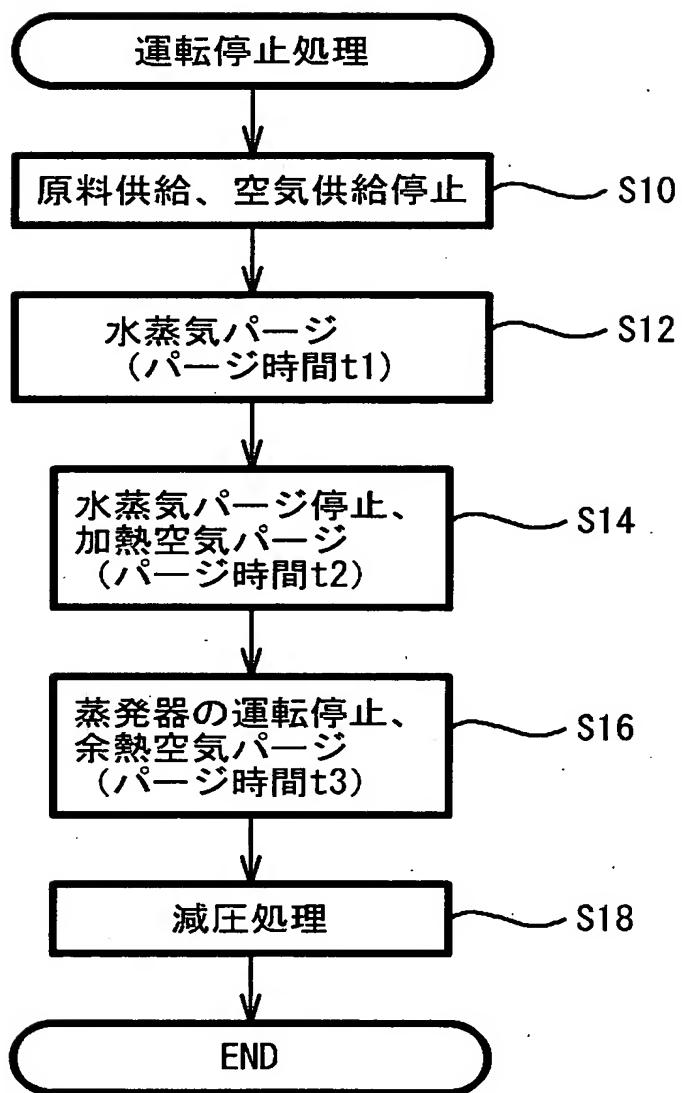
- 1 … 水タンク
- 2 … 原料タンク
- 3 … 蒸発器
- 4 … 改質ユニット
- 4 p … 圧力センサ
- 4 t … 温度センサ
- 5 … シフト反応ユニット
- 7 … コンプレッサ
- 8 … 制御ユニット
- 9 … 燃料電池
- 1 0, 1 1, 1 2 … バルブ
- 1 3, 1 4, 1 5 … 切替弁

【書類名】 図面

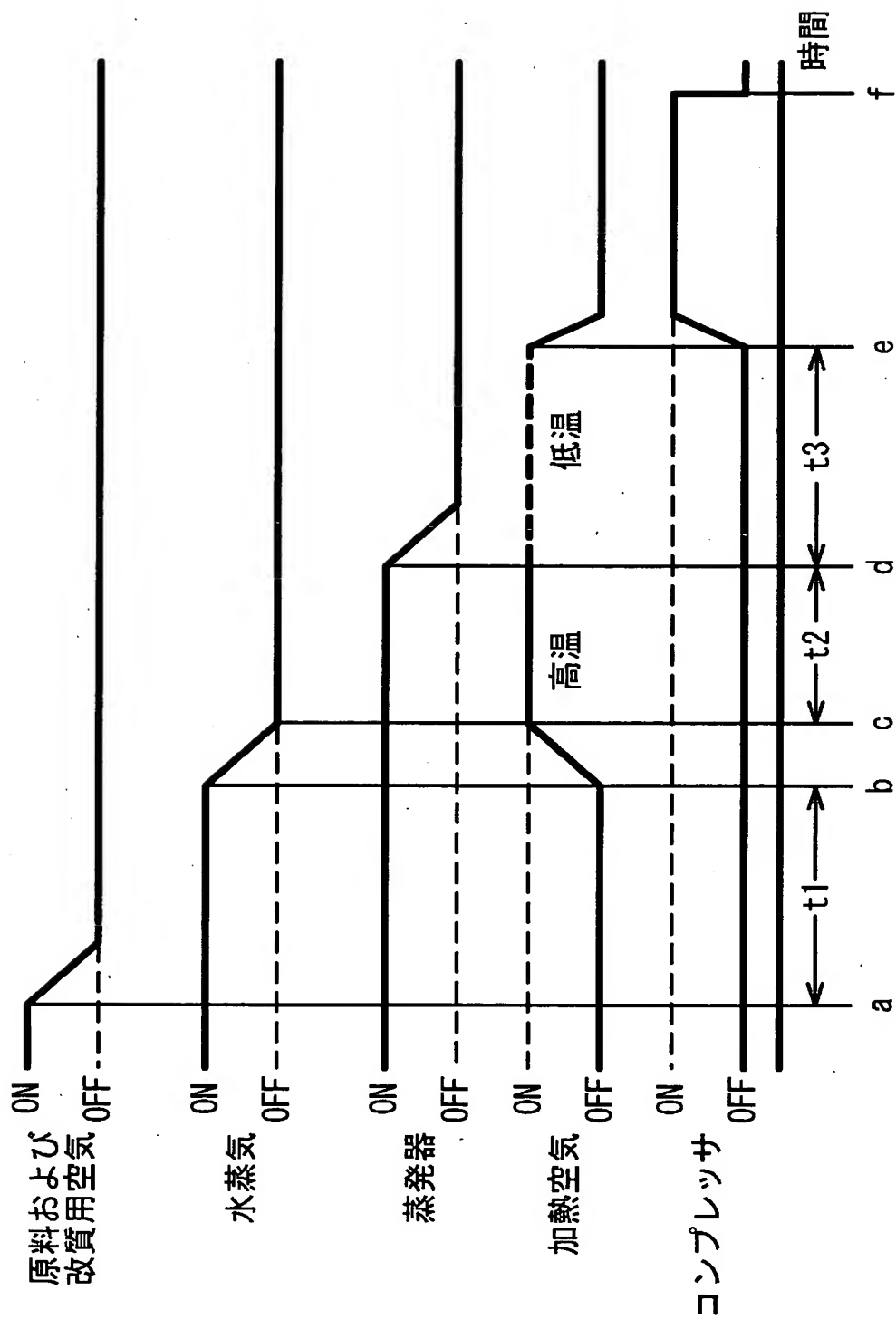
【図 1】



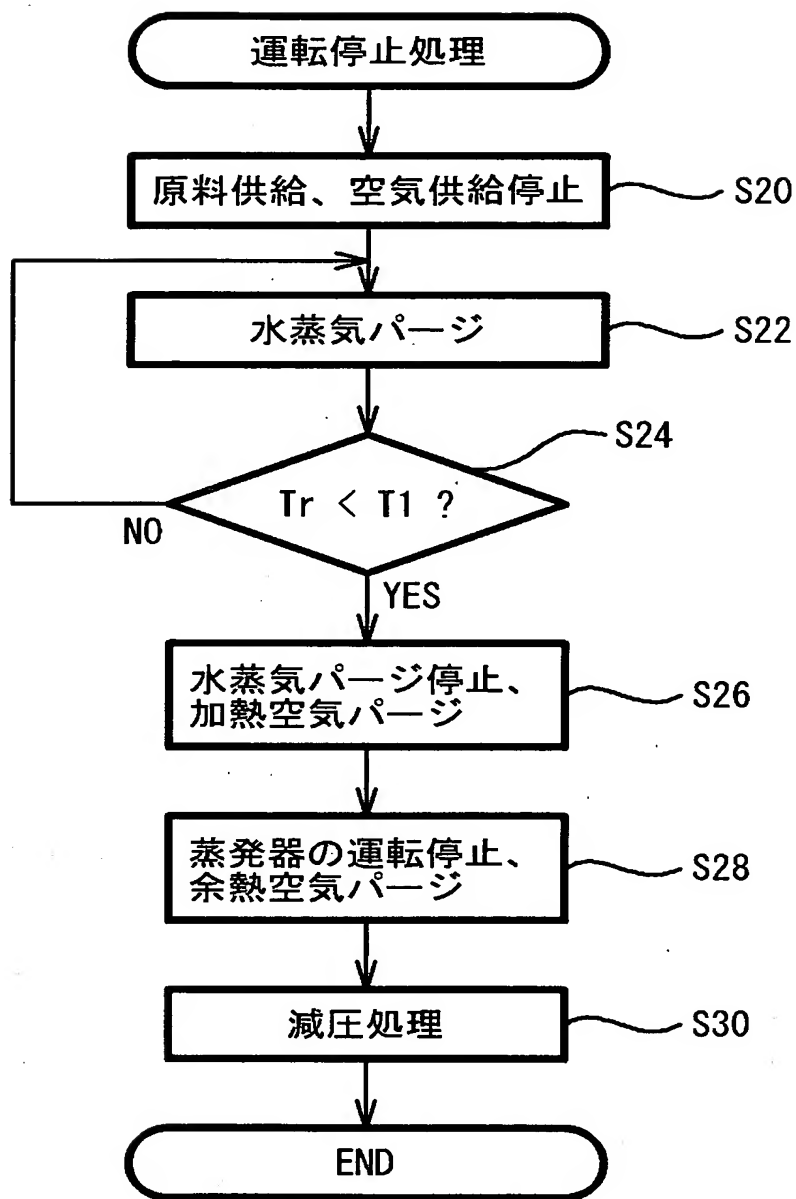
【図 2】



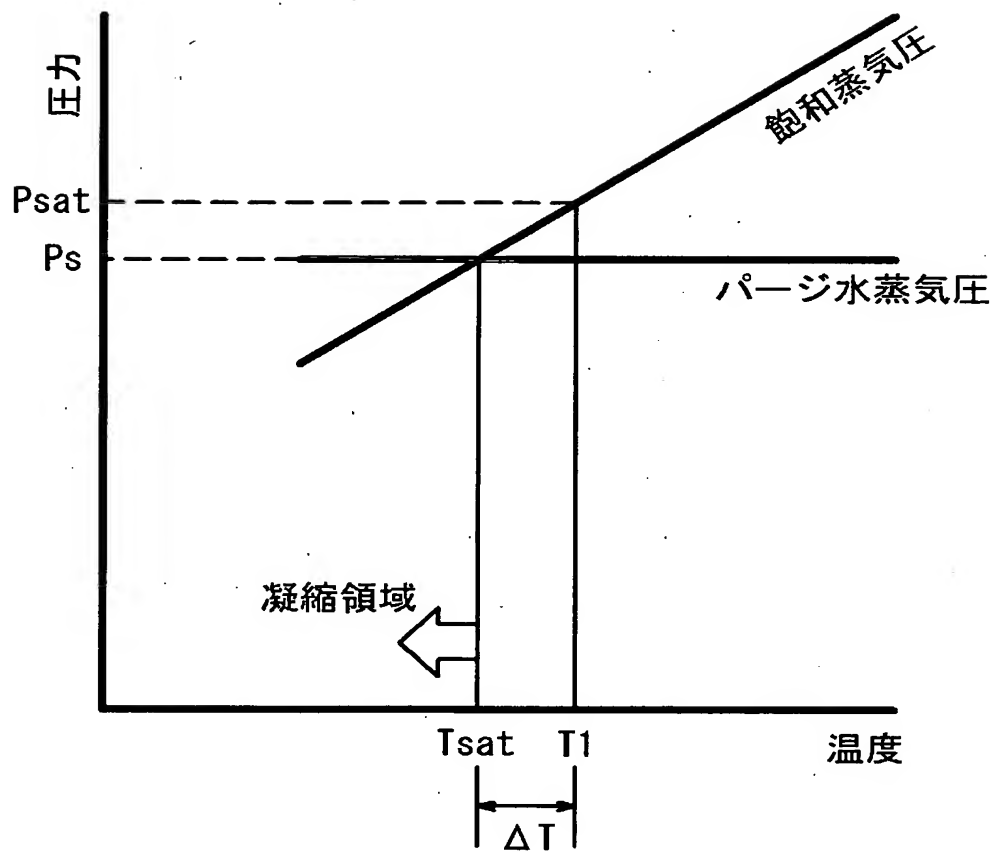
【図3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 不活性ガスに依らずに水素ガス生成システムの運転を停止する。

【解決手段】 ガソリン等の改質によって水素ガスを生成するシステムにおいて、システム内の残留ガスを次の手順でパージして運転を停止する。まず、水蒸気の供給を継続しつつ、改質ユニットへの原料および空気を停止する。これによってシステム内のガスを水蒸気でパージする。水蒸気パージによって、酸素を供給しても異常燃焼を生じない環境条件が整った時点で、水蒸気パージを停止し、空気パージに切り替える。これによって、システムから水蒸気を除去し、結露による弊害を回避する。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社